

多功能交联剂WY988对跑气保用轮胎支撑胶性能的影响

周荣杰, 王志远, 曹 晖, 陈义中, 杨晓光

(万力轮胎股份有限公司, 广东 广州 511400)

摘要: 研究多功能交联剂WY988对跑气保用轮胎支撑胶性能的影响。结果表明: 在支撑胶配方中加入多功能交联剂WY988, 胶料的抗硫化返原性能提高, 硫化胶的硬度和定伸应力增大, 耐屈挠性能不变, 损耗因子减小; 上下模支撑胶的硬度之差减小, 成品轮胎的耐久性能提高。

关键词: 多功能交联剂; 跑气保用轮胎; 支撑胶; 硬度; 抗硫化返原性能; 动态力学性能

中图分类号: TQ330.38⁺7; TQ336.1

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2020)03-0163-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.03.0163



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

跑气保用轮胎作为一种侧重安全性能的轮胎, 在意外爆胎或零气压的情况下仍能以80 km·h⁻¹的速度安全行驶一段距离, 目前已得到广泛应用, 特别是在一些高端汽车以及军用汽车领域^[1]。

支撑胶在跑气保用轮胎中起着至关重要的作用。目前跑气保用轮胎支撑胶普遍存在上下模硬度差异较大的问题, 这主要是因为当前轮胎硫化工艺导致轮胎上下模存在温差, 上模温度比下模高5~10℃; 轮胎采用高温硫化, 上下模支撑胶均出现硫化返原现象。上下模的温差导致支撑胶的硫化返原程度不同, 继而造成上下模胶料硬度差异问题。目前的硫化工艺还无法完全解决上下模温差问题。

本工作研究多功能交联剂WY988对跑气保用轮胎支撑胶性能的影响, 以期解决支撑胶上下模胶料硬度差异较大的问题。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), SMR20, 马来西亚产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号9000, 中国石油化工股份有限公司

公司产品; 炭黑N660, 江西黑猫炭黑股份有限公司产品; 多功能交联剂WY988, 上海麒祥化工科技有限公司产品。

1.2 试验配方

1[#]配方(原配方): NR 60, BR 40, 炭黑N660 60, 其他 21。

2[#]配方(优化配方): 在1[#]配方的基础上加入1份多功能交联剂WY988。

1.3 主要设备和仪器

LRMR-S-150/W型开炼机, 泰国Labtech公司产品; BB430型密炼机, 日本神钢集团产品; F370型密炼机, 美国法雷尔公司产品; LP3000-600KN型平板硫化机, 德国Montech公司产品; LX-A型邵尔橡胶硬度计, 上海六菱仪器厂产品; AG-X Plus 5kN型电子万能材料试验机, 岛津(香港)有限公司产品; RPA2000橡胶加工分析仪, 美国阿尔法科技有限公司产品。

1.4 混炼工艺

胶料采用4段混炼工艺, 一段混炼在BB430型密炼机中进行, 转子转速为0~60 r·min⁻¹, 依次加入生胶、小料和炭黑, 排胶温度为160℃; 二段和三段混炼转子转速为50 r·min⁻¹, 排胶温度为160℃; 终炼在F370型密炼机中进行, 转子转速为0~20 r·min⁻¹, 依次加入三段混炼胶、多功能交联剂WY988、硫黄和促进剂, 排胶温度为110℃, 最

作者简介: 周荣杰(1989—), 男, 福建龙岩人, 万力轮胎股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事轮胎材料及配方开发工作。

E-mail: zhourongjie1314@163.com

后在开炼机上出片停放。

1.5 性能测试

(1) 硫化特性。采用RPA2000橡胶加工分析仪测试胶料的硫化特性,测试温度为150℃。

硫化返原率(R)的计算公式^[2]如下:

$$R = (F_{\max} - F_t) / (F_{\max} - F_L) \times 100\%$$

式中, F_t 为硫化结束时的转矩,dN·m。

(2) 物理性能。硬度按GB/T 531.1—2008测试;拉伸性能按GB/T 528—2009测试,拉伸速率为500 mm·min⁻¹;撕裂强度按GB/T 529—2008测试;耐屈挠性能按GB/T 13934—2006测试。

(3) 动态力学性能。采用RPA2000橡胶加工分析仪进行温度扫描,测试条件为:温度范围60~110℃,频率10 Hz,应变0.5°。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

多功能交联剂WY988对胶料硫化特性的影响如表1所示。

表1 多功能交联剂WY988对胶料硫化特性的影响

项 目	配方编号	
	1 [#]	2 [#]
F_L /(dN·m)	2.9	3.1
$F_{\max}$ /(dN·m)	43.2	48.4
$F_{\max} - F_L$ /(dN·m)	40.3	45.3
t_{10} /min	3.45	2.80
t_{25} /min	3.86	3.24
t_{90} /min	6.68	6.75

从表1可以看出:与1[#]配方胶料相比,2[#]配方胶料的起硫速度快,但 t_{90} 相当; $F_{\max} - F_L$ 增大,这是由于多功能交联剂WY988含有硫原子,硫化过程中参与了胶料的硫化反应,导致胶料的交联密度增大。

为了验证优化配方能否解决轮胎支撑胶上下模胶料硬度差异问题,利用RPA2000橡胶加工分析仪模拟轮胎变温硫化试验,动态硫化过程温度如图1所示。试验硫化温度采用实际轮胎硫化测温数据。

从图1可以看出,轮胎硫化时上下模的温度存在差异,最大温差可达20℃。采用轮胎实际硫化测温数据对优化前后的配方进行模拟硫化试验,结果如图2和3所示。

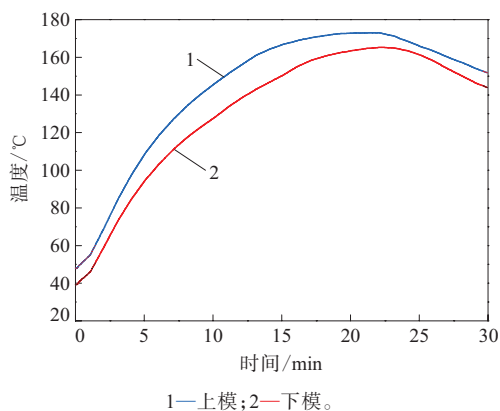
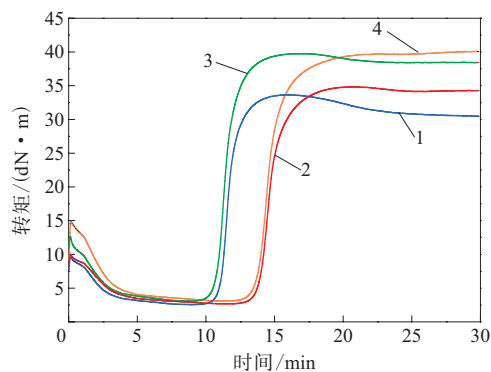
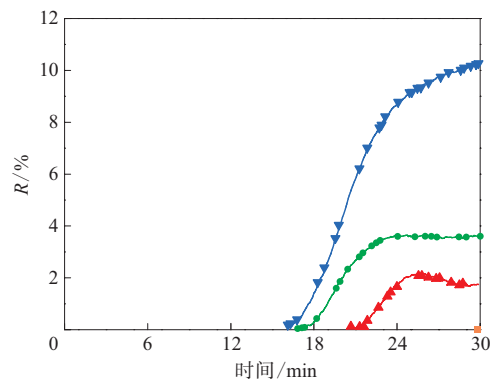


图1 模拟轮胎硫化测温数据



1—1[#]配方上模;2—1[#]配方下模;3—2[#]配方上模;4—2[#]配方下模。

图2 支撑胶上下模胶料的硫化曲线



▼—1[#]配方上模;▲—1[#]配方下模;●—2[#]配方上模;■—2[#]配方下模。

图3 支撑胶上下模胶料的硫化返原率

从图2和3可以看出,在模拟轮胎实际硫化过程中,1[#]和2[#]配方胶料均不可避免地出现硫化返原现象。硫化时间约为16 min时开始出现硫化返原现象,至硫化结束时,1[#]配方上模和下模胶料的硫化返原率分别为10%和2%,2[#]配方上模和下模胶料的硫化返原率分别为3.8%和0,2[#]配方胶料的抗

硫化返原性能明显提高。

2.2 物理性能

多功能交联剂WY988对硫化胶物理性能的影响如表2所示。

项 目	配方编号	
	1 [#]	2 [#]
邵尔A型硬度/度		
150 ℃×30 min	76	77
160 ℃×20 min	76	78
170 ℃×20 min	71	76
100%定伸应力/MPa	7.9	8.3
拉伸强度/MPa	11.8	11.0
拉断伸长率/%	148	132
拉断永久变形/%	1.6	1.2
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	22	22
屈挠1.5万次等级	6	6

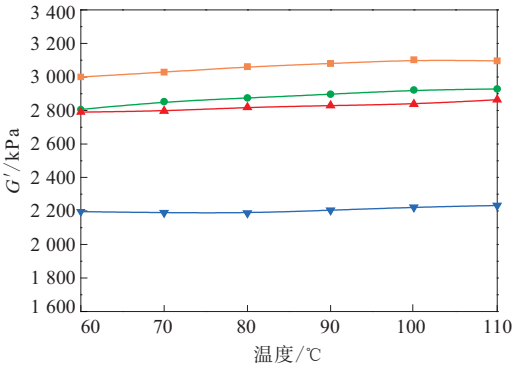
注:除硬度外其他性能的硫化条件均为151 ℃×30 min。

从表2可以看出,与1[#]配方硫化胶相比,2[#]配方硫化胶的硬度和100%定伸应力增大,撕裂强度和耐屈挠性能相同,这是由于胶料的交联密度增大所致。对比不同硫化温度下的硫化胶硬度可知,优化配方胶料在高温下的硬度差异较小。

2.3 动态力学性能

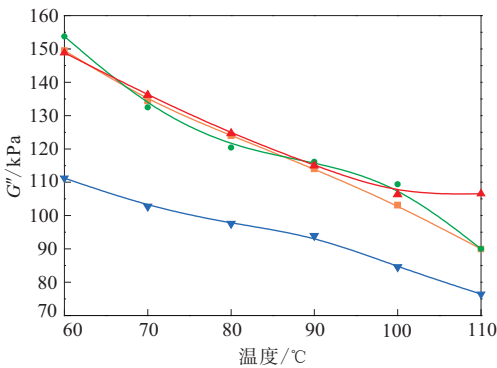
多功能交联剂WY988对胶料动态力学性能的影响如图4—6所示,其中 G' 为储能模量, G'' 为损耗模量, $\tan\delta$ 为损耗因子。

从图4可以看出,由于硫化返原现象,1[#]配方上模胶料的 G' 比下模胶料减小约27%,2[#]配方上模胶料的 G' 比下模胶料仅减小7%,上下模胶料的 G' 之差明显减小。



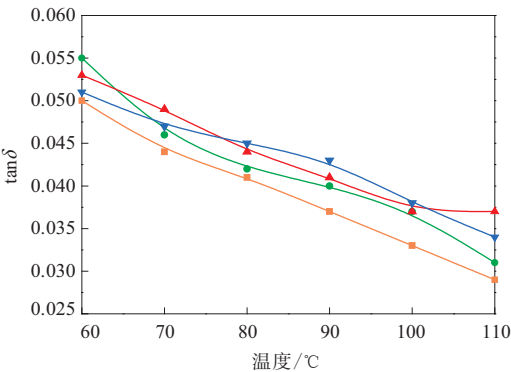
注同图3。

图4 胶料的 G' -温度曲线



注同图3。

图5 胶料的 G'' -温度曲线



注同图3。

图6 胶料的 $\tan\delta$ -温度曲线

从图5可以看出,由于上模胶料硫化返原率较大,导致交联密度明显减小,因此 G'' 较小。

从图6可以看出,随着温度的升高,胶料的 $\tan\delta$ 呈减小趋势。2[#]配方胶料的 $\tan\delta$ 比1[#]配方胶料减小,说明2[#]配方胶料的生热较低。而2[#]配方上模胶料60 ℃时的 $\tan\delta$ 比1[#]配方上模胶料增大,这是由于上模硫化返原胶料的 G' 较小,而此时胶料的 G'' 相差不多,因此导致上模胶料的 $\tan\delta$ 较大。

2.4 成品性能

取成品轮胎切断面,分别测试轮胎上模和下模支撑胶的硬度,结果如表3所示。

从表3可以看出,与1[#]配方支撑胶相比,2[#]配方

项 目	配方编号	
	1 [#]	2 [#]
上模	73	79
下模	77	80
上下模之差	4	1

上下模支撑胶的硬度之差明显减小。

采用优化前后的配方试制225/55ZR17跑气保用轮胎,并进行零气压里程试验。1[#]和2[#]配方支撑胶轮胎的累计行驶里程分别为65和74 km,优化配方轮胎的耐久性能提高。

3 结论

在跑气保用轮胎支撑胶配方中加入多功能交联剂WY988,胶料的抗硫化返原性能明显提高,硫

化胶的硬度和定伸应力增大,耐屈挠性能不变, $\tan\delta$ 减小,上下模支撑胶的硬度之差减小,成品轮胎的耐久性能提高。

参考文献:

- [1] 王志远,魏静勋,周友生,等.跑气保用轮胎胎侧支撑胶配方的设计与应用[J].轮胎工业,2011,31(7):409-412.
- [2] 满忠标.NR硫磺硫化体系抗硫化返原性能的研究[D].上海:上海工程技术大学,2012.

收稿日期:2019-11-21

Effect of Multifunctional Crosslinking Agent WY988 on Property of Support Compound for Run-flat Tire

ZHOU Rongjie, WANG Zhiyuan, CAO Hui, CHEN Yizhong, YANG Xiaoguang

(Wanli Tire Co., Ltd, Guangzhou 511400, China)

Abstract: The effect of multifunctional crosslinking agent WY988 on the properties of support compound for run-flat tire was studied. The results showed that by adding WY988 in the support compound formula, the anti-reversion property of the compound was improved, the hardness and modulus of the vulcanizate increased, the flexure resistance was kept unchanged, and loss factor decreased. The hardness difference between the upper and lower dies of support compound was reduced, and the durability of the finished tire was improved.

Key words: multifunctional crosslinking agent; run-flat tire; support compound; hardness; anti-reversion property; dynamic mechanical property

优科豪马为平土机提供雪地轮胎

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年12月2日报道如下。

优科豪马轮胎有限公司生产的RS02子午线雪地轮胎(见图1)在冬季赋予G-2平土机更好的性能。该轮胎的上市规格为14.00R24。

RS02轮胎具有以下2个优势。

(1)冬季最大牵引力。特别设计的冬季复合胶料配方和大量的啮合边缘共同作用使轮胎能在冰雪环境下提供较强的牵引力。大的六角形钢丝圈增大强度的同时消除了打滑。

(2)长期可靠的服务。高反向结构提供横向稳定性,与附加的胎侧保护共同作用使轮胎持久、耐用。优科豪马的工程机械轮胎钢丝带束层保护



图1 RS02子午线雪地轮胎

胎体,提高轮胎抗刺扎性,无向胎面花纹使安装和转向更容易。

(张 钊摘译 赵 敏校)